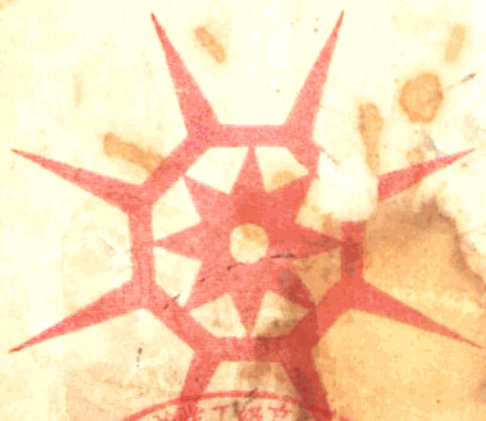


13.36-26

38849

# 術砲原子 及 彈子原子

Robertson 著  
張理京 譯



商務印書館發行

## 譯 者 序

原子能和原子彈這會事在兩年以前外界人還是很少聽到的，即使有人聽到了也不過半信半疑地在腦子裏留下一個問號而已。但現今這事不但爲了好奇心的緣故，並且實際上也有爲一般人所知道的必要了，第一譬如新聞記者要報道試驗原子彈的情形或與此相關的科學以及醫學上的消息時，除了一些奇怪的名稱之外至少還得瞭解這究竟是怎麼一會事。聯合國機構裏特別有一個原子能管制委員會，政治家教育家甚至經濟學家隨時都有遇到這件問題的可能，因爲這是影響國際間動盪局勢的一個重要因素，學醫和公共衛生的人對這事也有密切的關係，至於學科學的人更不必說了。生在現代的世界中使人都有一種感覺，好像知識方面的負擔是愈來愈重了。但這是似是而非的，科學的本性就是能把繁雜的知識變成簡易，因此學科學的人對於材料的增多是不必擔心的，譬如關於歷史長篇的記載，平常要費好幾天甚至好幾個月的功夫去閱讀的，若是攝成電影片之後，也許放映幾小時就能使觀者領悟。

譯者在去年三月間就開始譯「原子時代」(The Atomic Age Opens)一書。但其末後的三分之一都是些推測的話，這種想像

力我想一般人都是有的。譯這書是經比較好幾本同類的書而選定的。第一這書裏面的廢話少而內容好；其次原作者本人是這方面的權威，現為坎拿大皇家學會會長。他不但遠在 1937 年時已寫過類似的書（見原序）並且是應美國陸軍部製造原子彈負責人格羅烏斯中將之請而寫這書的。所以我們可以相信除了簡略以外這裏面所寫的材料都是極可靠的。

原子是不可見的，從原子核分裂出來的碎片更不能見，任何強有力的顯微鏡也不行。但科學家竟能測量原子質點所運動的距離等等，這要靠一種雲箱的裝置。書中的解釋時常提到雲箱和雲跡照片，爲了使讀者更能逼真明瞭起見，譯者特在書末加上「雲箱」一篇附錄，說明雲箱的機構。希望能夠對讀者有所幫助。

關於譯名方面在這裏要聲明的是幾個新的名詞。例如 Uranium 已通譯作鈾不成問題了，但是兩種新發現的元素鐳(Neptunium)和釷(Plutonium)（準確一些說是新造出的兩種元素，因爲它們尚沒有發現存在於自然界任何物質中）還沒有統一的譯名，所以鐳和釷不過是試譯的。選這兩個字作譯名的理由是若用金字旁加譯音則容易和不少別的元素相混，又因鈾的原名採取當時新發現的天王星，鐳的原名採取發現較晚的海王星而釷的原名是採取了行星中最晚發現的冥王星，所以有這兩種元素的譯名。

譯者好些作為參考的新書大部是從北平美國新聞處圖書館借來的，承該處予我長期借閱的方便謹此誌謝。

理京。

## 原 序

整個科學史上恐怕沒有任何單獨的發現像發表第一個原子彈以後所受到的那樣戲劇性的歡迎。全世界都把這件發現當作頭等重要的新聞標題，日報上出現了關於原子彈長篇的記載，有意義的是原子彈對於軍事上的重要性雖並不為人忽視，但一般都着重在這門最新科學的應用對於將來浩大的可能性。關鎖在原子核裏的能第一次被人大規模地釋放出來了。因此難免有人要說一個嶄新的時代誕生了，以後人類所需要的能不必再全靠油，煤和水力了。這個發明還引起了另外一種反應。因為這用不着多大的想像力就可以認出一種危機——人誤用他所手創的傢伙將他自己以及他所有的東西都從地面上消毀乾淨。

因此自然有許多人要想知道一些關於原子彈的原理以及報章上所說的新的原子能時代究竟有多少真實性。在這本小冊子裏我們要用非數學的語言解答一些許多人要問的問題，本書係增訂作者 1937 年出版的「原子砲術」而成，當初那本書的目的是在「用淺近明顯的文字解釋近世物理學中一門特殊科學的有趣的事項」。原書的序上曾說：「讀者不必有專門技術上的知識可以從本書瞭解電子、正子、正電子、光子、中子及宇宙線的故事；可

以逐步知道各種射擊原子的戲法，如何將一種元素轉變為另一種元素以及從普通的鹽製造出放射性物質」。

因為「原子砲術」上所說的事增加一些材料之後，可以作為瞭解如何發現原子彈的基本知識，所以「原子砲術及原子彈」一書中可能利用原書大部分的材料，這本增訂的書中特別注重1937年以後這門科學上顯著的進展，尤其是鈾原子核分裂及連鎖反應可能性的發現。在本書內我們更可能充實討論下列一些「原子砲術」中所舉出的問題：「物質消滅轉變成能不僅是個空想，消滅物質而獲得能——這個觀念有驚人的可能性。我們以後能否控制原子的構造而裝馭它所放出的能？我們能否殲滅數公分的物質而利用其相當的能量？」再摘錄書上別處的一段話：「這可能性是異常的甚至是驚人的，消減少量物質所產生的能，若是用得不得當，會毀滅整個民族」。

原子核反應的結果所放出的能雖極端重要，「但原子砲術及原子彈」之所以能使我們有興趣者還有別的理由。這本書告訴我們一些關於特種砲術的研究，其中所用的砲彈是如此小的細粒，須要集合一百億億億之數纔能有一噸重；但它們的運動又是如此的迅速，若有機會能在不到一秒的時間內環繞地球，這本書又告訴我們如何製出人造放射性物質，如何將這些物質用來作為間諜探察人體內某種元素的性能，如何從盧則福勳爵第一次確

實證明元素變質的實驗之後又實際證明了少量物質的消滅可以生出相當量的能。(下略)

著者饒柏森 坎拿大皇家學會會長。

1945年9月3日

譯者註：原序以下聲明對本書有關各方致謝，並稱此書係應製造原子彈的主持人美陸軍部格羅烏斯中將之請而寫者。

(1947年6月12日)

# 目 次

第一章	成粒的物質.....	1
	元素及化合物 原子及分子 原子量	
第二章	推動帶電的質點.....	9
	兩種電 推動帶電的質點 電位差及電壓	
第三章	最輕的砲彈——電子.....	14
	陰極線 狀如太陽系的原子 電離 用電子射擊 由撞擊所產生的電離作用	
第四章	輕重的砲彈——正射線.....	26
	新的化學分析法 重水的發現 質子 質量與 能的相當 同位素的分離	
第五章	自然界的砲彈.....	45
	放射性元素的發現 阿爾法線倍泰線及噶馬線 自然界的變質作用 人爲的變質作用 半生期 鈾的放射性	
第六章	非物質性的質量.....	59
	光子 光電效應 噶馬線 測量能的單位—— 電子伏特	



第七章	宇宙線.....	67
	正電子 介子 宇宙線的本質 宇宙線的最終來源	
第八章	造出大砲來.....	79
	靜電發電機 迴轉子——走馬燈式的發射機	
第九章	近世鍊金術.....	90
	用質子作為砲彈 用雙質子作為砲彈 電荷驗算 另一種新的砲彈——中子 中子的重要性	
第十章	光子轟擊及一種新的驗算.....	104
	能量驗算的一個例子 我們能否從無中生有？ 用光子作為砲彈 中子的質量 一對電子配偶的出生 輻射能的放出 太陽的輻射及原子能	
第十一章	放射性元素的形成.....	116
	人造放射性同位素 放射性鈉 引人入迷的戲法 變出黃金來 鑛及鏷 用原子作為間諜	
第十二章	原子核的結構.....	125
	阿爾法質點的結構 是否尚有負子及小中子存在？ 原子核力 有什麼用？	
第十三章	原子核分裂及連鎖反應.....	136
	原子核分裂的發現 連鎖反應 減少中子逸散	

的損失 更進一步減少中子的損失 緩速劑的  
應用 連鎖反應的控制 一九四二年十二月  
二日

第十四章 原子炸彈.....	146
鎔的製造 製造鎔的工廠 用水冷卻 放射所 產生的危險 原子彈 一九四五年七月十八日 一九四五年八月五日 未來	
跋.....	157
附錄 一雲箱.....	158
二中英文人名地名對照.....	163

# 原子砲術及原子彈

## 第一章 成粒的物質

我們從小時起就熟悉周圍世界的某種現象，剛會走路的時候我們就知道行動的能力是受限制的，我們一不當心便會碰到桌子或椅子上去，或是偶而失去平衡會往下倒，但堅硬的地板又立刻擋住了我們的身體，人長大起來時的經驗也是一樣，不論是在走路或奔跑或開車，我們必須時時改變方向，避免和人或別的東西相碰，在通常所謂空間裏面，我們活動的自由因為有物質的存在而受到限制。

但我們不能就說限制我們活動的東西便是物質，因為若是沒有物質我們根本不能活動，火車及其所行駛的軌道是物質；船及其所通過的水，飛機飛艇及其所穿過的空氣也都是物質，我們要行動必須履在物質上，我們吃的是物質，若是多日不吃便無力轉動四肢，而四肢也是物質，離開物質我們實在不能想像世間的生活，固然我們熟悉像光波無線電波這類非物質性的東西，但二者都是從物質產生並且也要用物質才能覺察出來，電也是不可捉摸的東西，但它的效應都要藉物質才能表顯出來。

因此還在有史以前會思想的人就要想知道物質的構造和它的性質，紀元前數世紀時希臘哲學家已在思攷這個問題，我們若寫一篇文章述說這個問題的歷史，他們的思想是不可忽視的，他們給我們一個基本觀念——原子是物質的單位，原子這個名詞等到1945年八月中，全世界都已家喻戶曉了，那時現代科學研究上的造詣完成了原子彈，將來以原子能供給人生日用已不僅是個空談，這本小冊子要用普通的文字述說一些物理學上的故事，直到產生這種發明為止，要懂得這個故事，必須先知道原子和分子兩個名詞是什麼意思。

### 元素及化合物

所有地面上的物質可分兩類，第一類物質能為人分解成兩種以上較簡單的物質，或者可以從較簡單的物質結合製成，這類物質名叫化合物，另一類物質不能被分解也不能從別的物质綜合製成，這一類物質叫做元素，水是化合物，因有電通過時水能分解成兩種氣體——氧及氫；反之適當混合這兩種氣體使其爆炸化合，則所得的結果是水，但是氧及氫都不能分解成更簡單的物質，所以它們是元素。

糖是含有碳、氧、氫三種元素的化合物，從鋪子裏買得的糖是含有鈉、（一種輕金屬）氧、氫、碳四種元素的化合物，把銀白色的金屬鈉放在名叫氯的黃綠色氣體中就會起劇烈的作用互相化

合成常見的一種白色化合物——食鹽，但是像銀、銅、金、鐵、碘等物質不能分解成較簡單的物質，所以都是元素。

化學家的任務是研究化合物的分解，綜合以及各種化合物之間的反應，藉物理學家的幫助化學家已總共知道了九十四種元素並且苦心研究出無數化合物的性質和成分，遠在十九世紀初期化學家研究的結果已創出了兩條簡單而重要的定律。

第一條定律說，若是兩種或兩種以上的元素結合成化合物時，它們之間的比例常是一樣的，例若一兩重的氫終是和八兩的氧化合成水，（嚴格說起來水裏面氫氧的比例是 1.008 比 8，以後還要講到），二兩氫和十六兩氧化合，半兩氫和四兩氧化合，永遠按着這個比例，不會多也不會少，反過來說不論在多少水裏終含有一分重的氫和八分重的氧，這便是定比例定律的一個例子。第二個定律是，講到同樣的幾種元素結合成不同種化合物時的情形。我們最好也用一個實例來說明，含氧及氫的化合物不僅是水還有一種叫做過氧化氫，過氧化氫是一分重的氫和十六分重的氧化合而成，由此可見過氧化氫中和一定量氫結合的氧，恰好二倍於水中和同量氫結合的氧，這便是說明倍比例定律的一個例子，倍比例定律說：存在於不同化合物中相同元素的各相當量常成整數比。

## 原子及分子

上述兩個定律不過說明在現代科學上看來已是極古老的事實，但發現普遍的事實只是科學家工作的開端，他們最要的任务是找求這種事實的解釋，這兩個定律對本書一切問題的關係，乃是因為用原子學說能圓滿解釋這兩件事實。

1807-1808年化學家陶爾頓氏首創原子學說，根據這學說元素是由最微小，完全相同，不能再分而肉眼不能見的散粒——原子——所組成，這個觀念其實在陶爾頓的時代也並不新鮮，因原子這個名詞在人們口中已經流傳得很久，不過在以前從來沒有被人用在數量上解釋一種事實，古代希臘哲學家空洞不着邊際的推想和能夠用實驗證明的科學原理是炯乎不同的兩件事，陶爾頓的學說就屬於後者。

這樣說來元素參與化學變化的最小單位顯然就是陶爾頓氏所說的原子，形成化合物時兩種以上元素的原子結合成分子，而分子乃是化合物的最小單位，例如一個鹽的分子含有一個鈉原子及一個氯原子；一個水分子含有兩個氫原子及一個氧原子；一個糖分子含有十二個碳原子、二十二個氫原子及十一個氧原子。

若元素中的原子都相同，並且不能再分，那麼任何量化合物中所含的各種元素必有一定比例，若一個水分子含兩個氫原子及一個氧原子，則二分子水含有四個氫原子及兩個氧原子，一百

萬分子水含二百萬個氫原子及一百萬個氧原子，無論水的量有多少。這兩種元素的比例永遠是一樣的，第二個定律也很容易從此推出來，若一分子過氧化氫含有兩個氫原子及兩個氧原子，而一分子水含有兩個氫原子及一個氧原子，則不論這兩種化合物的量有多少，祇要它們含氫的量相等，第一種化合物裏含氧的量必是第二種化合物中所含氧的兩倍。

十九世紀中可以證明原子存在的證據愈到後來愈顯得確定，無數經化學家及物理學家實驗觀察過的現象，不論在性質上及數量上都可用原子學說預料或解釋，尤其是關於氣體性質的研究最為重要，根據所謂氣體運動學說，氣體中漫佈着迅速運動的分子，這些分子時時互相撞擊而改變運動的路線，它們也撞擊容器的四壁，物理學家就用這個觀念解釋氣體的壓力，說氣體的壓力是因其分子的撞擊所致；氣體的溫度增高分子運動的速度也增高，根據這觀念又很容易推出別的實驗定律，因而十九世紀的理論物理學講到原子與分子的存在已是確信無疑，馬克斯威爾說原子是「宇宙的基石」，自然造成變化無端的宇宙而其基本材料都是原子，岩石、花甚至人自身都不過是原子的集合體。

### 原子量

原子的存在既然已經有十九世紀的物理學家如此確信，我們便要問：原子的大小如何，重量如何？在解答這些問題之前我

們必須將原子的絕對重量和僅僅比較原子間重量的一組數字加以區別，從各種不同實驗所得的結果，我們可以確定地說一克氫之中有 600,000,000,000,000,000,000 個氫原子，假若你把這些原子排成一排須兩百萬個原子纔能有這本書上一個標點的寬度，像這樣以通用的單位所決定的數字叫做絕對數值，但我們所關心的祇是各種原子間的相對重量，至於原子的絕對重量怎樣求法，既非必需也非我們這裏所希望知道的。

各種原子的相對重量，可從下列兩項東西求得：(一)化合物中各元素的比例；(二)化合物分子中每種元素的原子數，故若水是由八分重的氧和一分重的氫化合而成，而一分子的水中有一個氧原子和兩個氫原子，則氧原子必為氫原子重的十六倍，求化合物中各元素的相對重量純粹是化學分析上的事，和原子學說及別的學說毫不相干，但決定分子內的原子數卻並不如此簡單，我們若要完全解釋這事便須遠離本題。我們祇須說明這數字是從定量化學分析的結果再利用 1811 年亞佛加特羅所創的一個原理而得來的，亞氏的原理說：在同溫度同壓力下，同體積的氣體含有同數量的分子：這原理是陶爾頓原子學說的推廣，並且還可以說明許多元素在正常狀態時其原子並非各自獨立而常結合成對（如氧、氫、氮、碘等）。這種成對的原子便是元素的分子，這原理對於決定化合物分子中各元素的原子數有重要的關係。



這樣我們可以給各種元素決定一個數字，使數字間的比例相當於原子質量之比，我們剛纔已說過若氫的原子量為1則氧為16，用同一標準可得氮為14，氯為35.5，以及其他各元素的原子量。

這些數字便是原子量，決定原子量的確值是科學上極重要的工作，任何科學尤其是物理及化學的進展，全賴準確的測量，任何一門科學剛發展的時候，準確度常是不夠的，等到成立一種暫時假設的或互相對立的學說之後，孰真孰假必須由測量決定真偽，這樣愈到後來測量的程度愈準確，有時小數點後第五位數字可以忽略，但有時卻可以決定兩種見解的孰是孰非，求出準確數值的重要性，在決定原子量的時候便可以顯出來，我們以後就能知道。

原子量的值自然要隨第一個元素所指定的值而變，例若指定氫的原子量為二則所有別的原子量都須加倍，最初成立這一系數字時雖根據氫的原子量為一而決定，(這樣氧的準確原子量該是15.87而非16.00)但實際上今日所用的一切原子量都是根據氧為16.000而決定的，所以要改變這個作標準的理由是因為如此雖然使氫的原子量變成了1.008，但卻可使別的許多原子量更近於整數值，書末第三表第四行是幾種元素的原子量。

從這表上我們可以看出一種重要的事實，許多元素的原子